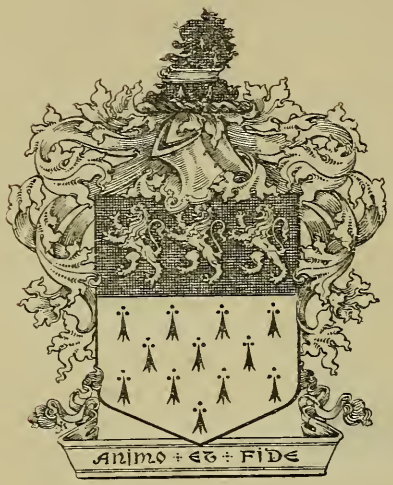
CHHANDLUNG
in Göttingen.

A 28. J. 1869. 1.



Charles A. Oliver.

Gift of

ÜBER DIE NERVEN

DER

CONJUNCTIVA UND SCLERA.

VON

Dr. FRIEDRICH HELFREICH

IN WÜRZBURG.

MIT 3 TAFELN.

WÜRZBURG.

A. STUBER'S BUCHHANDLUNG.

1869.

LIBRARY
COLLEGE OF PHYSICIANS

HARVARD UNIVERSITY
SCHOOL OF MEDICINE AND PUBLIC HEALTH
LIBRARY

A28.J.1869.1.

SEINEM HOCHVEREHRTEN LEHRER

HERRN HOFRATH D^R. HENLE

IN LIEBE GEWIDMET.

Ueber die Nerven der Conjunctiva.

Die Veranlassung zu der hier zunächst mitzutheilenden Untersuchung über die Nerven der Augapfelbindehaut fand ich einmal in den neuen Thatsachen und Anschauungen, wie sie sich aus den Arbeiten von *Cohnheim* und *Langerhans* bezüglich des Verlaufes und der Endigungsweise der sensiblen Fasern in der Cornea sowohl wie in der Schleimschicht der äusseren Haut ergeben hatten und andererseits in dem Widerspruche, der gegenüber dem bekannten physiologischen Verhalten der Conjunctiva als einer mit ausserordentlich lebhaftem Empfindungsvermögen begabten Schleimhautausbreitung in der Unzulänglichkeit und Unsicherheit des bisher gelieferten anatomischen Nachweises lag. Zwar hatte es ebensowenig an einer mehrfachen Bearbeitung des gewählten Stoffes wie an einer lebhaften Discussion über die Gültigkeit der von den einzelnen Forschern gesammelten Resultate gemangelt, allein trotzdem war, von dem heutigen Standpunkte aus betrachtet, so vieles Unabgeschlossene und Zweifelhafte in der Frage übrig geblieben, dass eine erneute Untersuchung um so eher eine definitive Lösung versprach, da sie mit Hülfe der *Cohnheim*'schen Vergoldungsmethode in's Werk gesetzt werden sollte, die an einem genetisch nächstverwandten Theile, dem Bindehautblatt der Cornea, so überraschende Resultate bezüglich der Endigung der sen-

siblen Fasern ergeben hatte. Zur näheren Begründung des eben Gesagten will ich hier in Kürze, was in der Literatur über den abzuhandelnden Gegenstand vorliegt, wiedergeben. Die ersten Mittheilungen über die nähere Verlaufsweise der conjunctivalen Nerven verdanken wir *W. Krause*, der in seiner 1860 erschienenen Abhandlung „über terminale Körperchen" beschrieb, wie die zur Conjunctiva tretenden Nerven nach mehrfacher Geflechtbildung und Austauschung von Fasern, wobei sie allmälig in die oberen Schichten der propria vordringen, schliesslich in eigenthümliche Endorgane auslaufen, die er Endkolben nannte und an denen er eine bindegewebige Hülle mit Kernen, einen Innenkolben von feingranulirter, mattglänzender Substanz und in der Mitte desselben eine blasse Terminalfaser mit etwas kolbig verdicktem Ende unterschied. *Krause* gelang es jedoch ausser beim Menschen nur noch bei einzelnen Thieren wie beim Pferd, Rind, Schaaf und Schwein diese Endapparate aufzufinden und auch bei diesen Thieren zeigte sich ihre Zahl verhältnissmässig gering und ihre Vertheilung in hohem Grade ungleich und ungeregelt. Er gab an, wie mitunter auf längere Strecken nicht ein einziger dieser Endapparate gefunden werden könne, während an anderen Stellen, an die strahlenförmige Ausbreitung weniger Fasern sich anschliessend, eine dichte Zusammenhäufung derselben sich ergebe. Directe Zählungen wurden von ihm der besonderen Schwierigkeiten wegen nicht angestellt, doch sprach er sich nach einer beiläufigen Abschätzung ihrer Menge dahin aus, dass bei den verschiedenen Thieren wie beim Menschen die Zahl der in der Bindehaut vorhandenen Endkolben die gleiche sein dürfte und dass mithin eine auffällig geringere Summe nervöser Endapparate in der Conjunctiva sich finde, wie in der Haut der letzten Fingerglieder. Die Form der Endkolben zeige sich beim Menschen wie bei den verschiedenen Thieren verschieden; bei ersterem wie beim Affen sei sie rundlich, fast kugelig, bei anderen Thieren habe sie im Allgemeinen eine mehr länglich ovale bis ausgeprägt cylindrische Begrenzung; dabei stellten sich die Kolben entweder gerade gestreckt oder leicht gebogen dar. Bezüglich ihrer Dimensionen gab er an, dass sie gewöhnlich im geraden Verhältnisse zur Grösse des Thieres stünden, mit dem Körperumfange also etwas zunähmen, während sie bei sehr jungen

Thieren zwar dieselbe Beschaffenheit wie bei erwachsenen, aber eine etwas geringere Ausdehnung besässen. Ihren feineren Bau anlangend, so bestünde die Hülle der Endkolben aus zartem Bindegewebe, in welches das Neurilemm der eintretenden doppeltcontourirten Faser sich fortsetze und in welcher vielfach Kerne von meist länglicher Gestalt eingelagert seien. Der Innenkolben, der Hauptbestandtheil des ganzen Organes, sei von feinkörniger Beschaffenheit und in dessen Masse die Terminalfaser eingebettet, die das Ende der doppeltcontourirten Fibrille darstelle, an ihrem vorderen Theile eine leichte, knopfförmige Anschwellung zeige und gewöhnlich schon vor der vorderen Begrenzung des Innenkolbens ihr Ende erreiche. Beim Menschen finde sich gewöhnlich eine Mehrzahl von Terminalfasern in der Innensubstanz des Kolbens, die zugleich etwas gewunden verliefen und in den meisten Fällen aus einer einzigen zutretenden Faser entstünden.

Die auf Grund dieser Beobachtungen gestützte Behauptung *Krause*'s, dass in diesen Endkolben die einzigen Endigungen der conjunctivalen Nerven gegeben seien, fand energischen Widerspruch in der Arbeit von *J. Arnold*, der einmal die *Krause*'schen Endkolben nicht für praeexistent, sondern für Kunstproducte erklärte, und ihre Entstehung dem vom *Krause* angewandten Verfahren zuschrieb, zugleich aber ein blasses Netz von Nervenfasern, in den höheren Gewebsschichten gelegen, als die wirklichen Endigungen der Nerven bezeichnete. *Krause* habe dieses Netz in Folge seiner Methode, die sich der Maceration der Präparate in Essig oder zur Aufhellung des Kali's bediente, nicht zu Gesicht bekommen können, indem das erste Reagens die oberflächliche Schicht der Schleimhaut zerstöre, das zweite aber alle Theile so durchsichtig mache, dass diese blassen Fasern nicht wahrgenommen werden könnten. Die von *Krause* beschriebenen Endkolben sollten durch Zerreissung der doppeltcontourirten Fasern entstehen, die theils schon durch die Präparation, weiterhin aber durch die von *Krause* angewendeten Reagentien hervorgerufen werde, wonach ein Austritt von Myelin statthabe und die zerrissenen Fasern sich aufrollten. Beides täusche die Innenkolben vor, das Neurilemm

der zerrissenen Fasern aber die Bindegewebshülle der Endkolben und die Terminalfaser endlich werde durch den übrigbleibenden Achsencylinder dargestellt. Allenthalben liesse sich die jenseitige Fortsetzung der Faser wieder auffinden und ebenso sei es eine leichte Mühe, an der Peripherie der sogenannten Endkolben Zipfel und Fragmente der Nervenscheide zu entdecken.

Was nun die von *J. Arnold* zur Darstellung des von ihm sogenannten Endnetzes blasser Fasern angewendete Methode betrifft, so bestand sie darin, dass er die möglichst schonend abgetragene Conjunctivalparthie zuerst vom Epithel befreite, sodann das Präparat unter gelinder Erwärmung mit diluirter Essigsäure behandelte und schliesslich dasselbe, wenn er sich von dessen weiterer Brauchbarkeit überzeugt hatte, mehrere Stunden in eine Carminlösung brachte, in welcher sich vorzugsweise die Kerne der Nervenscheiden färbten, wodurch die Verfolgung der Fasern erleichtert wurde. So fand er denn, dass unter fortwährender Theilung und Geflechtbildung von Seite der Gefässe und Nerven letztere schliesslich in, meistens nur aus 2 Fasern bestehende, Stämmchen ausstrahlten, die bei ihrer nächsten Theilung die Markscheide verlören und sich durch fortwährende Verästelung rasch vermehrten. Gleichzeitig zeige sich vielfach eine anastomotische Verbindung zwischen den einzelnen Fasern und auf diese Weise komme es in nächster Nähe unter den Maschen der Capillargefässschicht zur Bildung eines ausserordentlich dichten Nervennetzes, dessen Verschmelzungspunkte meist im Centrum der Gefässmaschen lägen. Gerade dieser Umstand war *J. Arnold* für die Unterscheidung der Nervenfasern von etwa veränderten Capillargefässen massgebend, wie er andererseits hervorhob, dass er durch die Untersuchung injicirter Präparate, wie durch die Deutlichkeit des Gefässnetzes in Folge der von ihm angewendeten Methode, sowie ferner durch die ausserordentliche Feinheit der Fasern und endlich durch deren Rückwärtsverfolgung auf ihren Ursprung aus den Stämmchen vor einer Verwechselung mit Capillargefässen wohlgesichert gewesen sei, während eine solche mit elastischen Fasern schon durch die Beachtung der Verlaufsweise der letzteren, die im Ganzen eine

von hinten nach vorne gerichtete sei, vermieden werden könne. Dass diesem, von ihm beschriebenen Netze feinster blasser Fasern wirklich ein terminaler Charakter zukomme, schloss *Arnold* daraus, dass es ihm nicht gelang, gegen die höheren Gewebsschichten oder gegen das Epithel zu Fortsetzungen derselben aufzufinden und trotz der hie und da frei endenden Fasern nahm er denselben doch um desswillen an, weil diese freien Endigungen nur ausserordentlich spärlich vertreten seien und vor Allem jenen Stellen zukämen, die irgend ein Merkmal von Beschädigung und Verletzung des Gewebes an sich trügen. —

Nachdem nun die Einwürfe *J. Arnold*'s gegen die Ursprünglichkeit der *Krause*'schen Endkolben, die auf Grund seiner gegebenen Abbildungen, sowie andererseits seiner Erklärung über das Zustandekommen ihrer bei den verschiedenen Thieren verschiedenen Form etc. sehr unwahrscheinlich klangen, durch die Untersuchungen von *Lüdden* und *Frey* ihre Widerlegung gefunden haben und das wirkliche Vorhandensein der Endkolben, aber nur mit so grossen Beschränkungen bezüglich ihrer Zahl und ihres Vorkommens überhaupt, sichergestellt wurde, schien mir gerade aus letzterem Grunde und in physiologischer Beziehung die von *J. Arnold* gemachte Angabe über ein terminales Fasernetz ebenso beachtenswerth als eine auf einer sicheren Methode der Untersuchung basirende Prüfung derselben nöthig zu sein, da so vielfache Widersprüche und Zweifel an der Richtigkeit derselben vorlagen.

Da meine erste Absicht dahin ging, den Ursprung und die Art und Weise der Vertheilung der zu der Conjunctiva tretenden Nervenstämme genau festzustellen, so wählte ich, weil die Präparation derselben an frischen Objecten nicht wohl ausführbar war, indem sie einmal bei grösseren Thieren wegen der Dicke und Undurchsichtigkeit der Theile gar nicht zur Anwendung kommen konnte, aber auch bei kleineren und zarteren Objecten ihre längere Dauer die Nerven zu sehr veränderte und undeutlich machte, die Behandlung des Gewebes mit einer Lösung von Ueberosmiumsäure, die bekanntlich das Nervenmark tiefschwarz färbt, die Gefässe aber und die übrigen Bestandtheile des Gewebes viel heller und in ganz anderen Farbentönen her-

vortreten lässt. Die Goldimprägnation erwies sich mir zur Ausführung dieses Theiles meiner Untersuchung als durchaus unzweckmässig, indem die Unterscheidung der Nervenstämme von den gleichfalls stark gefärbten grossen Gefässen die grössten Schwierigkeiten darbot. So brachte ich denn, nachdem der gesammte Bindehautsack des frisch getödteten Thieres mit möglichst nach hinten gerichteten Scheerenschnitten unter dem subconjunctivalen Gewebe rasch abgelöst war, denselben sogleich in die Lösung der Ueberosmiumsäure. Letztere wendete ich versuchsweise in verschiedener Concentration an, in der Stärke von $^1/_2$ bis zu 2 Procent, kam aber bald zu dem Resultate, dass sich für eine gute Färbung und zugleich für die Erleichterung der Präparation bei kleinen Thieren z. B. dem Frosch, der Maus etc. ein Gehalt von 1 Procent, bei grösseren aber ein solcher von $1^1/_2$ Procent am meisten empfiehlt. Unmittelbar nach dem Einlegen der Objecte in die Lösung wurden dieselben mittelst feiner Nadeln vorsichtig ausgebreitet, um ein gleichmässiges Eindringen der Flüssigkeit zu ermöglichen und sodann, gegen Verdunstung geschützt, 24 Stunden in derselben belassen. Eine gleiche Zeit lang wurden sie nachher in destillirtes Wasser gebracht, um die durch die Einwirkung der Säure entstandene Schrumpfung und Sprödigkeit des Gewebes etwas zu mindern und die später vorzunehmende Isolirung der Nervenstämme dadurch zu erleichtern. Diese letztere selbst geschah in einem kleinen, mit destillirtem Wasser gefüllten Uhrgläschen und mit Hülfe feiner Nadeln und Pincetten unter der sogenannten Präparationsloupe, wo es bei der nöthigen Vorsicht ziemlich leicht gelang, die Querschnitte der eintretenden Nerven in dem grauschwarz gefärbten Gewebe zu entdecken und die Stämme in ihrer Ausbreitung und Vertheilung nach vorne bis in die Nähe des Epithels zu verfolgen, das sich durch einen äusserst charakteristischen schwarzgrünen Farbenton von dem Grundgewebe der Bindehaut, das nur leicht grün gefärbt erschien, differenzirte. War man einmal dazu gekommen, die hinterste Schicht des subconjunctivalen Gewebes mit Schonung aller Nerven zu entfernen, so liess sich die Präparation sehr rasch dadurch fördern, dass man das Präparat mit der nöthigen Wassermenge zwischen 2 Objectträger brachte und dasselbe einer gelinden Compression unterwarf, um sich bei der

dadurch gewonnenen grösseren Durchsichtigkeit der Theile rascher über die weitere Verlaufsweise der einzelnen Stämmchen zu unterrichten. Die Orientirung über die topographischen Verhältnisse des ganzen Präparates z. B. die innere und äussere Commissur, die Uebergangsfalte, das viscerale und parietale Blatt war entweder mittelst natürlicher Marken, wie an der inneren Commissur durch die Nickhaut, oder künstlich angebrachter Kennzeichen gesichert und ebenso wurden zur weiteren Controle selbstständige Präparate der einzelnen eben genannnten Theile des ganzen Bindehautsackes frisch gefertigt und sodann erst in die Lösung verbracht. War es schliesslich gelungen, das Präparat von den die Durchsichtigkeit und Uebersicht störenden Theilen zu befreien, so wurde es aus dem Uhrgläschen herausgenommen, auf einem Objectträger in Glycerin ausgebreitet und je nach seiner Dicke entweder mit einem Deckgläschen oder einem weiteren Objectträger, der eine entsprechende Compression zuliess, bedeckt. Nach ganz kurzer Zeit hatte das Präparat durch das eingedrungene Glycerin alle nur wünschenswerthe Klarheit erlangt und war zur weiteren genauen Untersuchung vollkommen geeignet. Die Betrachtung der auf solche Weise bei verschiedenen Thieren, z. B. dem Frosch, Huhn, der Taube, Ratte etc. hergestellten Präparate zeigte nun im Allgemeinen folgendes Verhalten: Die Eintrittsstellen der für die Conjunctiva bestimmten Nerven sind der innere und äussere Augenwinkel, von wo aus dann in mehr weniger bogenförmigem Verlaufe die einzelnen Aeste von den Hauptstämmen sich abzweigen. Dabei ist es jedoch vor Allem der an der inneren Commissur zur Bindehaut tretende Stamm, der die Hauptmasse der Fasern enthält und in Folge dessen durch seine Mächtigkeit und eine weitaus grössere Anzahl von Aesten sich auszeichnet, wie dies aus Fig. I. und Fig. II. der beigegebenen Tafeln ersichtlich ist. Diesen Typus der Nervenvertheilung konnte ich bei allen von mir untersuchten Präparaten der verschiedenen Thiere constatiren und weniger belangreiche Differenzen, bei einzelnen z. B. ein mehr nach innen *oben* stattfindender Eintritt des medialen Hauptstammes, wie er bei dem vom Huhn entnommenen Objecte in Fig. I. dargestellt ist, seien hier nur beiläufig erwähnt. Durch die an den beiden Hauptstämmen rasch eintretende Theilung und Ver-

ästelung entsteht namentlich innen ein dichter, zierlicher Plexus, der bei den schwächeren Zweigen auch noch mit einem gegenseitigen Austausche einzelner Fasern verbunden ist. Die Hauptmasse der diesen Plexus constituirenden Aeste strebt nach der vorderen Hälfte des Bindehautsackes, zu dem Lidtheile desselben, während der fornix nur ganz wenige, kleine Zweige und das viscerale Blatt desselben nur überhaupt den 3.—4. Theil der eintretenden Nerven erhält. Geradezu typisch, aber allerdings abweichend von dem sonst eingehaltenen Modus der Vertheilung lässt sich dieses Verhältniss beim Frosch beobachten, wo die Abzweigung der Stämme zweiter und dritter Ordnung unmittelbar auf dem Uebergangstheile der Bindehaut selbst stattfindet. Die Fig. II. dürfte diese Verhältnisse besser als jede Beschreibung, sowohl in Bezug auf die an der Uebergangsfalte rittlings stattfindende Theilung, als auch in Hinsicht auf die Differenz in der Zahl der nach dem visceralen und und parietalen Blatte abgehenden Zweige veranschaulichen. Die für letzteres bestimmten Aeste bilden in ihrem Weiterverlauf nach der Mitte noch mehrfache, plexusartige Verschlingungen und hören dann, in ihren einzelnen Ramificationen auf die Stärke weniger Fasern reducirt, plötzlich mehr weniger spitz auf. Wie schon oben bemerkt wurde, ist die Zahl der an der inneren Commissur des Bindehautsackes zutretenden Nerven eine weit grössere als an der äusseren Seite und dieses Uebergewicht bleibt, trotzdem eine reiche Fasermenge von hier aus für die daselbst befindliche membrana nictitans abgegeben wird, in der weiteren Vertheilung der Nerven in *der* Weise ausgeprägt, dass die von innen kommende Nervenverzweigung über die sagittale Mittellinie der Bindehautausbreitung hinüber verläuft und so nur der kleinere, laterale Theil des Sackes von Aussen her mit Fasern versorgt wird. Was nun weiterhin eine andere Relation, nämlich die des unteren zum oberen Lide in Rücksicht auf den Gehalt an Nervenfasern betrifft, so ist dieselbe je nach den speciellen anatomischen Verhältnissen des betreffenden Thieres mehr weniger different. Beim Frosche z. B., wo die membrana nictitans vermöge ihrer eigenthümlichen Einrichtung und ihrer Ausdehnung nicht nur das untere Lid vertritt, sondern auch den grössten Theil der Functionen, welche bei anderen Thieren

dem oberen Lid zufallen, versieht, dürfte der Nervenreichthum derselben den des letzteren um eine ziemlich beträchtliche Quote übertreffen. Ein wieder etwas modificirtes Verhältniss findet man bei Vögeln, wo die Nickhaut zwar als integrirender Bestandtheil des Bindehautsackes vorhanden ist, allein das untere Lid das obere an anatomischer Ausdehnung und physiologischer Bedeutung überragt. Für die höheren Thiere dagegen, die Säuger und ebenso auch für den Menschen ist das dem Frosch entgegengesetzte Verhalten, ein grösserer Nervenreichthum des oberen gegenüber dem des unteren Lides, gegeben. Nach seinem Ursprunge endlich ist wohl der innere, mediale Hauptstamm als ein Theil der Endigung des nervus infratrochlearis und der laterale als ein solcher des nervus lacrymalis, welche beide Zweige vom I. Ast des nervus trigeminus stammen, anzusehen.

Nach dieser vorläufigen Erörterung über das gröbere Verhalten der Nerven komme ich jetzt zur Besprechung meiner eigentlichen Aufgabe, nämlich zur Betrachtung des weiteren Verlaufes und vor Allem der Endigungsweise der an den Ueberosmiumsäurepräparaten bereits in's Gewebe der Conjunctiva hinein verfolgten Stämmchen. Für diesen Theil der Untersuchung verwendete ich ausschliesslich die Goldmethode und liess mich durch die vielfachen unbefriedigenden ersten Versuche nicht abschrecken, da es eine Erfahrungssache ist, dass man die Hindernisse und Schwierigkeiten einer Methode von vorneherein desswegen häufig unterschätzt, weil der Zufall in Rechnung gezogen wird, der gleich bei ihrer ersten Anwendung die günstigsten Bedingungen zum Gelingen bot, wie man diess von dem Verhalten der Hornhautnerven der Goldimprägnation gegenüber wahrlich mit Recht behaupten darf. Obwohl ich alle Voraussetzungen, die *Cohnheim* für das Zustandekommen einer guten Vergoldung als unerlässlich bezeichnet hat, genau einhielt, die schnelle und saubere Anfertigung der Präparate, die Concentration und die Zeit der Einwirkung der Goldlösung auf dieselbe sorgfältig beachtete, hatte ich doch nicht das Glück, eine auch nur irgendwie befriedigende Beschaffenheit der Objecte zu erzielen, obwohl die zur Controle versuchte

Vergoldung der Hornhautnerven desselben Thieres vollständig gelang. Versuche mit höheren und niedrigeren Concentrationsgraden, nämlich 1 Procent- und $^1/_4$ Procent haltigen Lösungen hatten einen noch ungünstigeren Erfolg. Es traten zwar so ziemlich in der von *Cohnheim* für die Hornhaut angegebenen Weise die verschiedenen Färbungen ein, allein es fehlte den Bildern vollständig an Klarheit und Sauberkeit, so dass es schon Schwierigkeiten machte, kleinere Nervenstämme mit 2 Fasern von Gefässen zu unterscheiden. Endlich kam ich dazu, den Grund dieses Uebelstandes in der Beschaffenheit des Lichtes, dem ich die Präparate seither ausgesetzt hatte, zu suchen. Bis dahin nämlich hatte ich nur das diffuse Tageslicht verwendet; von jetzt an aber brachte ich die Präparate direct in das kräftigste Sonnenlicht und hier konnte ich nun schon in kurzer Zeit das Grau- und Violettwerden derselben und zwar in reinen und kräftigen Farbentönen beobachten. Dabei ergab sich, dass trotz der Feinheit des Präparates die Zeit der Einwirkung des Sonnenlichtes eine ungleich längere sein müsse wie bei der Hornhaut. Die besten Präparate erhielt ich, wenn es glückte, circa 2 Tage kräftigen Sonnenschein für dieselben benützen zu können; alsdann hatten sie meist alle eine schöne, rothblaue bis purpurne Farbe erlangt. Die mit ersterer Farbennuance versehenen erwiesen sich jedoch immer besser als die tief purpurfarbigen. Selbstredend fand ich dabei eine verschieden lange Zeit für die Durchtränkung mit der Goldlösung bei der Conjunctiva der einzelnen Thiere nothwendig; die des Frosches beliess ich circa 20 – 25 Minuten in der $^1/_2$ procentigen, mit einer Spur Essigsäure versetzten Lösung, etwas länger die der Maus und der Ratte und bei grösseren Thieren, z. B. der Taube, dem Huhn und Kaninchen etc. fand ich 45—60 Minuten als den entsprechendsten Zeitraum. Dabei will ich bemerken, dass sich auch jetzt der eben angegebene Concentrationsgrad von $^1/_2$ Procent als der weitaus günstigste für die Herstellung der Objecte erwies. Bei Einwirkung einer $^1/_4$ procentigen Lösung war, trotzdem ich das Präparat noch einmal so lang in der Flüssigkeit beliess, die Reduction eine sehr ungenügende und bei der einer 1-procentigen trat sie erst ganz spät und nur ganz schwach ein. Bei kleinen Thieren entfernte ich die Conjunctiva am besten mittelst eines Irishäckchens

und einer *Louis*'schen Scheere, brachte sie sofort in die Goldlösung, wobei ich das vermöge seiner Elastizität sich einrollende Präparat vorsichtig auszubreiten suchte und stellte sodann das Ganze, während der Dauer der Einwirkung der Goldlösung, in einen dunkeln Behälter, um grobe Niederschläge auf dem Epithelialüberzuge des Präparates zu verhüten. Nach Ablauf der oben angegebenen Zeit wusch ich die Präparate in destillirtem Wasser sorgfältig aus und entfernte dann noch bei grösseren Thieren, z. B. dem Kaninchen, dem Kalbe, dessen Conjunctiva in der Goldlösung ausserordentlich stark aufquoll, bei einzelnen Stücken die untersten Schichten des conjunctivalen Gewebes mit flachen Scheerenschnitten, um das kräftige Eindringen des Lichtes in die dem Epithel nächstgelegenen Partieen zu ermöglichen und überliess sodann die Objecte der Einwirkung der Sonne in der oben beschriebenen Weise. Unter Beobachtung aller dieser Vorsichtsmassregeln kam ich bald in den Besitz äusserst wohlgelungener Präparate bei den verschiedenen Thieren. Am constantesten gelangen die Versuche bei der Conjunctiva der Taube und des Frosches, während bei einigen Säugern z. B. der Ratte und dem Kaninchen, bei welch' letzterem Thiere gerade die Goldbilder der Hornhaut am leichtesten und schönsten sich gewinnen lassen, die Vergoldung der Nerven bis in ihre letzten Ausläufer hinein mir nie ganz gelang, obwohl das ganze Präparat die schönste Purpurfarbe zeigte und die günstigsten Verhältnisse von Seite des benutzten Lichtes vorgelegen hatten. Da, wie ich oben bemerkte, für die Herstellung guter Präparate bei der Conjunctiva ein weitaus grösserer Zeitraum — oft bis zu 2 Tagen — wie bei der Hornhaut benöthigt wurde, so ergab sich eine missliche Consequenz dieses Verhaltens darin, dass bei so langer Einwirkung des Lichtes auch die Schicht der Epithelzellen eine etwas stärkere Goldfärbung bekam und dadurch die Durchsichtigkeit der Präparate auch bei so kleinen Thieren wie beim Frosch etwas litt, ein Uebelstand, der sich indessen durch eine vollständigere und weitergehende Bearbeitung des Präparates wieder paralysiren liess. Die weitere Behandlung der Objecte, nachdem dieselben lange genug dem directen Sonnenlichte ausgesetzt waren, war folgende: Dieselben wurden in schwach angesäuertem Wasser gewöhnlich noch 1—2 Tage im diffusen

Tageslichte belassen, wodurch die Färbung der einzelnen Gewebstheile eine grössere Klarheit und Schärfe erhielt und sodann unter der Präparationsloupe mit Nadeln und Scheere entsprechend dünn und durchsichtig bearbeitet. Zur weiteren Aufhellung legte ich sie dann in Glycerin, eine Flüssigkeit, die sich mir zu diesem Zweck weitaus brauchbarer erwies, als die von anderen Beobachtern, wie *Langerhans*, empfohlene Essigsäure oder das Kreosot. Ich ging von der Betrachtung der stärkeren Stämme aus und will in Kürze das Beobachtete hier wiedergeben.

Nach Bildung des schon oben erwähnten grobmaschigen Geflechtes in dem subconjunctivalen und in den tieferen Schichten des conjunctivalen Gewebes dringen die Nerven, durch fortgesetzte Theilung in immer schwächere, nur noch aus wenigen Fasern bestehenden Zweige übergehend, allmälig nach vorne vor; alle von ihnen abgegebenen Aeste zeigen dabei nirgends einen Zusammenhang, der als eine netzförmige Verbindung aufgefasst werden müsste. Das Verhalten der letzten, noch aus (2—3) doppeltcontourirten Fasern bestehenden Stämmchen ist bei einigen Thieren, z. B. dem Frosch, so regelmässig, dass es hier wohl näher beschrieben werden darf. Nachdem die Stämmchen letzter Ordnung in der Höhe unmittelbar unter den letzten Lagen des Capillargefässnetzes angelangt sind, findet eine abermalige Theilung statt, wobei die auseinander gehenden noch doppeltcontourirten Fasern gewöhnlich in einer auf der Achse des Stämmchens nahezu senkrecht stehenden Richtung weiterverlaufen, auf lange Strecken hin in derselben verfolgbar und gewöhnlich vollkommen gerade gestreckt oder doch nur mitunter leicht wellig geschlängelt. Auf diese Weise entsteht ein System mehr weniger paralleler doppeltcontourirter Fasern unterhalb der Capillargefässmaschen, wie es der Zeichner in Fig. III. dargestellt hat. Bei anderen Thieren ist der Modus des Verlaufes und der Theilung der letzten aus doppeltcontourirten Fasern bestehenden Stämmchen ein weniger regelmässiger und für seine Schilderung gilt dann einfach die Bemerkung, dass diese, in den verschiedensten, schrägen und senkrechten Richtungen die Gefässe übersteigend, allmälig nach oben gelangen, wo bei der letzten Theilung

dunkler Fasern ihr Uebergang in marklose Fibrillen stattfindet. Eine Ausnahme von diesem nur allmälig sie nach oben führenden Verlaufe machen einzelne Fasern, von der ich mich, nicht an Flächenpräparaten, wohl aber an einer ziemlichen Anzahl von Querschnitten bei verschiedenen Thieren überzeugte. Hier geht dann von einem noch aus einer grösseren Anzahl von doppeltcontourirten Fibrillen bestehenden Stämmchen, das sich noch ziemlich in der Mitte des Grundgewebes der Conjunctiva befindet, eine einzige Faser ab, die an derselben Stelle ihre Markscheide plötzlich verliert und senkrecht aufsteigend nach oben verläuft, um, abermals in rechtwinkeliger Richtung umbiegend, in das subepitheliale Netz blasser Fasern einzutreten und in demselben noch eine *lange* Strecke weiter zu verlaufen, wie man bei mehr schräg ausgefallenen Querschnitten leicht wahrnehmen kann Das eben geschilderte Verhalten solcher einzelnen Fasern demonstrirt Fig. V. und ist zu derselben lediglich zu bemerken, dass das Niveau, in welchem das die senkrecht aufsteigende Faser abgebende Stämmchen sich befindet, der Gränze zwischen dem mittleren und oberen Dritttheile des Querschnittes der Conjunctiva entspricht.

Im Anschlusse an die eben geschilderte Abweichung in der Entstehung und dem Verlaufe einzelner Fasern dürften jene blassen Fibrillen zu erwähnen sein, die in einem und demselben Niveau mit den groben Gefäss- und Nervenstämmen in das Gewebe eintreten, sich durch einen stark geschlängelten Verlauf und langes Einhalten einer einmal gewählten Richtung auszeichnen, in Folge dessen sie nur langsam nach Vorne gelangen, wo sie, in die allgemeine subepitheliale Nervenausbreitung übergehend, der weiteren getrennten Beobachtung sich entziehen. Auf ihrem Wege kommen sie oftmals in Berührung mit den groben Gefässstämmen, bilden in deren nächster Umgebung und auf denselben vielfache plexusartige Verschlingungen, verlaufen mitunter auf längere Strecken auf den Gefässen selbst und muss man daher, da diese Verhältnisse nur an massigeren Präparaten sich beobachten lassen, oft von ihrer weiteren Verfolgung abstehen. Bei einer grösseren Anzahl gelang es mir jedoch, denselben mit Sicherheit nach oben gegen das Epithel zu nachzugehen und sie in das unter

demselben befindliche allgemeine Geflecht eintreten zu sehen. Während ihres langen Verlaufes zeigen sie zahlreiche Varicositäten und vielfach Auflagerungen von Kernen und in anatomischer Beziehung dürften sie wohl jenen Nervenfasern der Cornea vollkommen gleichzustellen sein, die *Cohnheim* und *Engelmann* als solche unmittelbar vom Scleralrande her, „meist einzeln“ in das Hornhautgewebe eintreten, aber dann gleich den doppelt contourirten Fibrillen in das subepitheliale Netz blasser Fasern auslaufen sahen und für die letzterer Beobachter ein bereits innerhalb des scleralen Verlaufsgebietes stattfindendes, mit gleichzeitiger Abgabe der Markscheide verbundenes Selbstständigwerden annimmt, während er sie in physiologischer Hinsicht den übrigen, noch in Stämmen gesammelten Fasern vollkommen gleichwerthig erachtet. Fig. III. veranschaulicht das Verhalten einer solchen Faser auf einer längeren Strecke ihres Verlaufes.

Nachdem wir oben die eintretenden Stämme bis an die Stelle ihres Ueberganges in marklose Fasern verfolgt haben, wende ich mich jetzt zunächst zur Beschreibung der Art und Weise dieses Ueberganges selbst und sodann zur Betrachtung der daran sich anschliessenden oberflächlichen Nervenausbreitung, des subepithelialen Geflechtes.

Wie bereits bemerkt, bestehen die Stämmchen letzter Ordnung aus einem Complex von 2, höchstens 3 doppeltcontourirten Fasern. Ihre Markscheide verlieren letztere an der Stelle der nächsten Theilung, nicht etwa schon während ihres gemeinsamen Verlaufes. An dem Theilungswinkel finden sich gewöhnlich Kerne angelagert und ebenso zeigt sich daselbst noch eine leichte varicöse Anschwellung, mit der die blassen Fasern beginnen. Die Untersuchung dieser Verhältnisse wird am besten vorgenommen an Präparaten, von denen mit Hülfe feiner Nadeln vorsichtig das Epithel abgestreift wurde und an diesen sieht man dann das ganze Gesichtsfeld durchzogen von einer ausserordentlich grossen Anzahl feinster Fasern, die mit ungemeiner Klarheit aus dem Grundgewebe der Conjunctiva und zwischen den Schlingen der Capillargefässe hervortreten und in Folge dessen ein äusserst zierliches und elegantes Bild darstellen. Hier kann von der Möglichkeit einer Täuschung und einer Verwechselung derselben mit veränderten

Capillar- oder Lymphgefässen, wie mit elastischen Fasern keine Rede sein. Allenthalben sind die fraglichen Bestandtheile des Bildes durch ihre Farbe, durch ihre Dimensionen und ihren Zusammenhang mit den gleichartigen Ursprungselementen mit einer Schärfe differenzirt, die keinen Zweifel mehr zulässt. Das homogene Grundgewebe ist entweder völlig ungefärbt oder hat nur einen zarten rosafarbenen Ton, gegen den die dunkelvioletten Bindegewebskörperchen um so schärfer hervortreten. Die Gefässe präsentiren sich mit einer Deutlichkeit wie an injicirten Präparaten, ihre Wandungen haben eine braunviolette Farbe und sind licht genug geblieben, um die dunkler gefärbten Blutkörperchen von innen durchscheinen zu lassen. Die Kerne der Wandungen zeigen eine schwächere Tingirung und ausserdem kann man Masche für Masche an dem ganzen Gefässnetze mit allen verschiedenen Durchschlingungen der einzelnen Lagen auf das Genaueste übersehen. Geht man weiterhin bei irgend einer der im Gesichtsfelde befindlichen Fasern auf ihren Ursprung zurück, so sieht man dieselbe, abgesehen von ihren vielfachen Verzweigungen, immer hervorgehen aus einem solchen Stämmchen letzter Ordnung, wie es oben beschrieben wurde. Stämmchen, die bereits selbst aus blassen Fasern zusammengesetzt sind, wie sie *Cohnheim* in dem Nervengeflecht der Hornhaut beschreibt, konnte ich hier nirgends auffinden.

Das Verlaufsgebiet dieser blassen Fasern ist ein ausserordentlich weites und eine einzelne Fibrille oft durch mehrere Gesichtsfelder zu verfolgen; ihre Verlaufsrichtung ist eine wesentlich geradlinige und sind dabei nur leichte, von Zeit zu Zeit auftretende Schlängelungen oder ein allmäliges Aufbiegen in ein höher gelegenes Niveau, ein Ueberschreiten und Durchflechten einer Capillargefässmasche zu bemerken. Die Zahl dieser marklosen Fibrillen wird in ihrem weiteren Verlaufe durch das Capillarnetz nach oben eine ausserordentlich grosse, so dass die Summe dieser intracapillären und unmittelbar unter dem Epithel befindlichen Fasern jene der in den eintretenden Stämmen vorhandenen um ein Vielfaches übertrifft. Selbstverständlich ist ihre *Anzahl in den einzelnen Regionen der Bindehaut wieder eine sehr verschiedene,* mitunter eine verhältnissmässig geringe

so dass eine directe Zählung und Verfolgung der einzelnen Elemente bis zu ihrer Endigung mit Leichtigkeit vorgenommen werden könnte. Das in Fig. IV. gezeichnete Präparat ist der Conjunctiva bulbi der Taube entnommen und gibt eine Darstellung einer mit einer mittleren Menge von Fasern ausgestatteten Bindehautpartie.

Indem also die einzelnen stärkeren Fibrillen unter fortwährender Theilung weite Strecken durchlaufen und die dadurch entstehenden Seitenäste dasselbe Verhalten wiederholen, entsteht ein sehr dichtes Geflecht stärkerer und feinster blasser Fasern, die allmälig durch die Capillargefässschicht nach oben unmittelbar unter das Epithel gelangen. Dabei ist zu bemerken, dass eine Verschmelzung der über einander weggehenden Fasern im Sinne einer eigentlichen Netzbildung nirgends wahrgenommen wird. Manche Bilder repräsentiren zwar den Anschein einer solchen, allein bei Anwendung stärkerer Vergrösserung gelingt es immer, die vorhandene Niveaudifferenz resp. das Getrenntbleiben der Fasern nachzuweisen. Die feinen, direct unter dem Epithel befindlichen Fibrillen haben selbst wieder ein beträchtliches Verlaufsgebiet, geben selbst wieder unter spitzigen Winkeln unendliche feine Aestchen ab und hören schliesslich dicht unter dem Niveau der untersten Zellenlage auf, worüber man sich an den vom Epithel befreiten Präparaten, an die sich die bisherige Beschreibung hielt, leicht an den hie und da zurückgebliebenen Zellen orientiren kann.

Es handelt sich nun vor Allem darum, die eigentliche Endigung dieser feinsten Fäserchen und zwar insbesondere ihr Verhalten zum Epithel zu ermitteln. Um bei grösseren Thieren die für das Studium dieser Verhältnisse geeigneten Präparate zu gewinnen, ist es nöthig, die tieferen Gewebsschichten mit der Scheere abzutragen, bevor man die Objecte an's Licht bringt; ich legte dabei dieselben theilweise auf die Epithelseite und hatte so den Vortheil, sie zur Herstellung einer ordentlichen Vergoldung nicht allzu lange der Sonne aussetzen zu müssen, wodurch das Epithel selbst allzu stark gefärbt wird. Es hat übrigens auch unter Beobachtung aller dieser Vorsichtsmassregeln die Färbung der letzten Ausläufer des eben beschriebenen subepithelialen

Geflechtes ihre grossen Schwierigkeiten und bei einigen der von mir untersuchten höheren Thiere ist sie geradezu unmöglich, was ich auf Grund vieler missglückter Versuche wohl behaupten darf. Es gelang mir z. B., wie früher bemerkt, beim Kaninchen nicht, die subepitheliale Nervenausbreitung weiter als bis zu den gröberen Achsencylindern darzustellen; schon diese waren ausserordentlich blass und ganz ungenügend gefärbt und hörten inmitten der unteren Capillarmaschen plötzlich auf.

An gelungenen Präparaten dagegen beobachtet man folgendes Verhalten: Bringt man dieselben, mit der epithelialen Schicht nach oben, unter das Mikroskop, so erblickt man mit den schwächeren Vergrösserungen bis zu 350 in der äusserst klar hervortretenden Mosaik der Epithelzellen die Endigungen der Fasern selbst mit dem sicheren Anscheine, als hörten dieselben *innerhalb* der Zellenlage auf. Die Endigung selbst ist entweder in einer leichten knopfförmigen Anschwellung oder in einem einfachen Auslaufen der Fäserchen mit dem in der letzten Strecke ihres Verlaufes vorhandenen Caliber gegeben. Dass die Enden nicht auf der freien Oberfläche des Epithels und ebensowenig zwischen den obersten Zellenlagen liegen, wie es bei der Hornhaut der Fall ist, ist auch bei den schwächeren Vergrösserungen des Objectes ausser Zweifel gestellt; dieselben scheinen sich einfach in den tieferen Schichten des Epithels zu befinden und ist dabei nur hervorzuheben, dass sie eine grössere Feinheit als die entsprechenden Ausläufer der Hornhautnerven besitzen.

Nimmt man dagegen stärkere Vergrösserungen von 450, 600, 800 zu Hülfe, so gelangt man bald zu einer anderen Ansicht des Verhaltens dieser Ausläufer. Eine Zellenlage nach der anderen, von oben her zur Einstellung gebracht, erweist sich frei von den zuerst in ihr gesehenen Nervenendigungen und erst dann, wenn die vorher klar entworfene Zeichnung der tiefsten Zellenlage bei weiterem Gebrauch der Schraube anfängt, sich in Zerstreuungskreisen zu präsentiren, erhält man die deutliche Ansicht der Nervenenden, bezüglich deren Form und Caliber das oben Gesagte seine Geltung behält. Ein solches Verhalten veranschaulicht die in Fig. VI entworfene Zeichnung, die ein dem

Frosche entnommenes Präparat darstellt und zu der ich nur bezüglich der Dickendimension der Faser bemerken muss, dass bei dem genannten Thiere alle Fasern, von den doppeltcontourirten der gröberen Stämme an bis zu den feinsten Achsencylindern einen wesentlich stärkeren Durchmesser darbieten, als er bei anderen Thieren gegeben ist. Das Auslaufen der terminalen Fäserchen in ein (ovales) Knöpfchen fand ich am regelmässigsten in den von der Taubenconjunctiva gefertigten Präparaten, die sich überhaupt immer am schönsten färbten, dann beim Frosche etc.

Obwohl nun durch eine genaue Beobachtung der bei der Flächenansicht gehabten jeweiligen Einstellung mir die Frage nach dem Orte der eigentlichen Nervenendigung bereits gelöst war, unternahm ich es trotzdem, an einer sehr grossen Anzahl feiner Querschnitte mich über die Richtigkeit der gewonnenen Meinung zu versichern. Ich wählte zur Anfertigung derselben anfangs das von *Cohnheim* bei der Hornhaut angewendete Verfahren des Einschmelzens der Präparate in Paraffin, kam jedoch bald davon zurück, indem die Objecte durch die vorher nöthige Austrocknung in Alcohol zu sehr schrumpften und nachdunkelten. Mir bewährte sich am besten das Einlegen des gewässerten Präparates zwischen zwei Korkplatten, wobei ich zur Führung des Messers eine Stativloupe von kurzer Brennweite zu Hülfe nahm. An keinem der ausserordentlich zahlreichen von mir untersuchten reinen und dünnen Querschnitte, die ich in Glycerin aufhellte, gelang es mir je, *zwischen den Epithelzellen selbst* eines der oben beschriebenen Nervenenden zu entdecken, während ich sehr natürlich oft Gelegenheit hatte, hart unter den tiefsten Epithelzellen, an deren Grundfläche eng sich anschmiegend, feinste Faserfragmente in den Schnitten aufzufinden.

Erwähnen will ich hier noch, dass ich *einmal* an einem Flächenpräparate der Taubenconjunctiva, dessen epithelialer Ueberzug vielfache Lücken und Abstreifungen zeigte, ein Fäserchen fand, das über einige tiefstgelegene Epithelzellen weglief und auf einer derselben mit einer knopfförmigen Anschwellung endigte, gerade an einer Stelle, wo auch noch eine höhere, völlig unversehrte Lage von Epithelzellen

vorhanden war. Da diese Stelle bis zur Anfertigung der Zeichnungen allzusehr nachgedunkelt hatte und unkenntlich geworden war, so konnte sie nicht mehr zur bildlichen Darstellung verwendet werden.

Im Uebrigen kann ich auf Grund der oben mitgetheilten Beobachtungen, wie ich sie sowohl an Flächenpräparaten mit Hülfe starker Vergrösserungen, von 450 an, als auch an guten Querschnitten gemacht habe, die Behauptung aufstellen, dass *die Endigungen der conjunctivalen Nerven, soweit sie zunächst aus den feinsten Achsencylindern des subepithelialen Plexus hervorgehen, unmittelbar unter der tiefsten Zellenlage des Epithels gefunden werden.*

Mit dieser einschränkenden Zwischenbemerkung bietet sich zugleich die schicklichste Gelegenheit, auf das, was ein früherer Beobachter, *W. Krause* über anderweitige, von ihm in der Bindehaut entdeckte Nervenenden, die sogenannten „Endkolben" angegeben hat, zurückzukommen. Als ich zu Anfang meiner Untersuchung vor Allem frische Präparate durchmusterte, richtete sich mein Augenmerk darauf, ob noch bei anderen, als bei den von *Krause* namhaft gemachten Thieren die von ihm beschriebenen nervösen Endorgane sich fänden. Nachdem ich jedoch nicht dazu kommen konnte, denselben eine allgemeinere Verbreitung zu vindiciren, gelang es mir später unter Anwendung der Goldmethode ebenso wenig, bei den von *Krause* genannten Thieren ein Weiteres über die Beschaffenheit der Endkolben zu erkunden, indem mir bei den zahlreichen Flächenpräparaten und Querschnitten, die ich zu diesem Behufe genau untersuchte, nicht ein einziger, durch die Goldreduction gefärbter Endkolben zu Gesicht kam. Dagegen fand ich einmal in einem Querschnittpräparate von der Conjunctiva des Frosches ein Gebilde, das ganz und gar einem Endkolben gleich sah und sich, ausser durch seine besondere Grösse, in seinen einzelnen Theilen dadurch sehr schön markirte, dass die Bindegewebshülle eine dunkle Farbe hatte, die Substanz des Innenkolbens selbst ganz schwach röthlich tingirt war, während die Terminalfaser diesen Farbenton in etwas stärkerer Weise zeigte.

Es bedarf nach dem früher Gesagten wohl kaum mehr der besonderen Erwähnung, dass ich auch bei jenen Thieren, in deren Conjunctiva *Krause* die Endkolben auffand, in Bezug auf die subepitheliale Endigung ausserordentlich zahlreicher Fibrillen ganz dasselbe Verhalten constatirte, wie es oben im Allgemeinen beschrieben wurde und so kann es wohl keinem Zweifel unterliegen, *dass einmal bei der entschiedenen Mehrzahl der Thiere dieser Modus der Nervenendigung als der alleinige, bei jenen aber, für welche die Endkolben noch hinzukommen, jedenfalls als der hauptsächlichste wenigstens anzusehen ist;* denn nach den Angaben, die *Kölliker* in seinem Handbuche der Gewebelehre (5. Auflage pag. 104) über das Vorkommen der Endkolben in der Conjunctiva des Menschen macht, finden sich dieselben nur an dem Scleraltheile bis zur Umschlagsstelle, sowie an der Plica semilunaris, aber auch hier ist ihre Zahl eine verhältnissmässig minime und ihre Vertheilung eine ganz unregelmässige.

Was als Ausnahme über das Vorkommen von Paccinischen Körperchen in der Conjunctiva der Ente von *Krause* berichtet wird, kann hier ohnediess nicht weiter in Betracht kommen, indem dieselben einfach in Substitution der Endkolben auftreten.

Schliesslich erübrigt wohl kaum ein näheres Eingehen auf die von *J. Arnold* und *Kölliker* gemachte Angabe über ein terminales Netz blasser Fasern; alle hiefür in Betracht kommenden Verhältnisse haben durch meine oben gegebene Beschreibung über das Vorhandensein eines subepithelialen Geflechtes und *freier Endigungen* ihre Würdigung bereits gefunden.

Was den Gebrauch der Bezeichnung „subepitheliales Geflecht“ für die ganze Summe der blassen Fasern von ihrer Entstehung an bis zu ihrer Endigung betrifft, so habe ich diesen Collectivbegriff für dieselbe desswegen gewählt, weil ihr ganzes Verlaufsgebiet auf dem Querschnitte betrachtet, ein so gedrängtes ist und andererseits eine entschiedene Trennung eines intracapillären von einem subepithelialen Geflechte sensu strictiori mir mit Rücksicht auf die Stärke der jedes einzelne constituirenden Fasern unthunlich erschien, indem eine scharfe Scheidung hier in der Natur nicht gegeben ist. —

Nachdem wir nun in dem Vorausgehenden die conjunctivalen Nerven in ihrem ganzen Verlaufe, von ihrem Eintritt in das Gewebe an bis zu ihrer Endigung unmittelbar unter den tiefsten Zellen der Epithelschicht verfolgt haben, wollen wir hier eine kurze vergleichende Betrachtung ihres Verhaltens mit jenem der Nervenausbreitung in der *cornealen* Bindehaut anreihen. Die Conjunctiva der Hornhaut differenzirt sich bekanntlich in zwei Theile, die epitheliale Schicht und eine darunter befindliche Gewebslage von homogener Beschaffenheit, das sogenannte Stratum Bowmanni, die zwar bei den verschiedenen Thieren nicht die gleiche anatomische Selbstständigkeit besitzt, aber doch in allen Fällen gewisse Structurdifferenzen der Cornea propria gegenüber darbietet. Der für uns nun in Betracht kommende Theil der der Hornhaut angehörigen Nervenausbreitung beginnt mit den „durchbohrenden Aesten", wie jene Faserbüschel genannt werden, die aus dem oberflächlichsten Plexus des eigentlichen Hornhautgewebes kommend, in senkrechter oder schräger Richtung die lamina elastica anterior perforiren, um diesseits derselben ein ebenso regelmässiges als reiches Netzwerk blasser Fasern aus sich entstehen zu lassen. Die durchbohrenden Stämme der Hornhautnerven bestehen nämlich bereits durchweg aus Fasern, denen die Markscheide fehlt, und angelangt an der unteren Gränze des Epithels, zeigen sie eine plötzliche spitzwinklige Umbiegung, aus deren Scheitel heraus eine ausserordentlich zierliche Ausstrahlung feinster Achsencylinder statt hat. In der Hornhautmitte zeigt diese Ausstrahlung den Charakter der Divergenz, während in der daran sich anschliessenden, weitaus den grössten Theil des Hornhautumfanges einnehmenden mittleren Zone ein entschiedener Parallelismus und in der schmalen, peripherischen Partie ein weniger regelmässiges Verhalten sich findet, welches letztere beim Frosch in der ganzen subepithelialen Ausbreitung beobachtet wird. Aus diesen Ausstrahlungen, oder „Nervenfächern", wie *Cohnheim* sie nannte, entwickelt sich nun durch zahlreiche Theilungsäste und Verbindungsfäden ein ausserordentlich dichtes und reiches Netz resp. Gitter, aus welchem die einzelnen für das Epithel bestimmten Fasern nach oben abgehen. Alle diese, den Nervenfächern angehörigen Fasern, insbesondere die

stärkeren, zeigen einen langen Verlauf, sind meist leicht wellig geschlängelt, vielfach varicös und frei von aufgelagerten Kernen. Ihre weitere Fortsetzung nach vorne beginnt mit einem rechtwinkeligen Aufbiegen der einzelnen Fibrillen, die entweder ungetheilt, einfach senkrecht in das Epithel verlaufen, oder während dieses Durchtrittes sich verzweigen, alle aber in den obersten Zellenlagen wieder rechtwinkelig umbiegen, um nach einem kurzen Weitergehen in dieser Richtung, während dessen eine letzte Theilung in mehrere Endfädchen noch zu Stande kommt, mit einer leichten, knopfförmigen Anschwellung zu endigen.

Das *Abweichende* der ganzen Nervenausbreitung in der Conjunctiva Corneae von der in der Conjunctiva sensu strictiori liegt demnach bei ersterer, abgesehen von der *ungleich grösseren Anzahl der constituirenden Elemente* in der Bildung eines subepithelialen *Netzes* sowie in der *Regelmässigkeit seiner Form*, wie sie durch die Fächerbildung gegeben ist, und endlich im *Verhalten der eigentlichen Endigungen zum Epithel;* das *Gemeinsame* dagegen in der *freien Endigung* der Nerven, wie sie an Stelle der früher angenommenen Endnetze immer häufiger constatirt wird und in dem *schliesslich queren Verlaufe der Endfäden*, wodurch der Modus der Aufnahme und Weiterleitung der äusseren Eindrücke sich ziemlich identificiren dürfte. —

Vom physiologischen Standpunkte entspricht der Nachweis einer so ausserordentlich reichen und dichten Endausbreitung blasser Fasern in der Conjunctiva, namentlich ihres Verhaltens zum Epithel vollständig den anatomischen Forderungen zur Erklärung der bekannten überaus grossen Sensibilität der Bindehaut und dürfte bezüglich des beim Menschen und einigen Thieren gegebenen gleichzeitigen Vorkommens von anders beschaffenen Endapparaten der sensiblen Nerven d. h. von Endkolben eine vollständige Analogie in der Verschiedenheit der Endigungen der Hautnerven, wie sie neuerdings durch die Arbeiten von *Langerhans* (Virchow's Archiv 44. Bd. 2. und 3. Heft pag. 325) und *Eberth* (Untersuchungen zur normalen und pathologischen Anatomie der Froschhaut 1869) sich herausgestellt hat, geboten sein.

Erklärungsversuche für die Bedeutung und den Zweck der einen und der anderen Art von Nervenendigungen hier zu geben, will ich nicht wagen und möchte ich in dieser Beziehung nur an die Verschiedenheit der von den conjunctivalen Nerven aufzunehmenden Eindrücke, wie sie bezüglich des Gemeingefühles (Schmerz, Kitzel etc.) einerseits und der Tastempfindungen (Temperatur, Druck etc.) andererseits gegeben ist, erinnern; nach *Kölliker*'s Meinung indessen (Handbuch der Gewebelehre 5. Auflage pag. 112) dürften die Leistungen dieser verschiedenen Endapparate nur in quantitativen Unterschieden auseinandergehen. —

Ueber die Nerven der Sclera.

Im Anschlusse an die eben mitgetheilte Arbeit unternahm ich ebenfalls mit Anwendung der Goldimprägnation die Untersuchung der *Innervationsverhältnisse* in der *Faserhaut* des Auges. Die Literatur dieses Themas ist eine ausserordentlich dürftige, indem einerseits nur wenige Abhandlungen darüber vorliegen, andererseits aber die betreffenden Untersuchungen mit Hülfe so wenig fördernder Methoden, in specie für die Erforschung des feineren Verhaltens der Faserhautnerven ausgeführt wurden, dass bei den Schwierigkeiten, welche die Beschaffenheit des Objectes darbietet, ihr mehr negatives Resultat nicht Wunder nehmen lässt. Denn dass die Sclera als Trägerin gewissermassen einer grossen Anzahl von Nerven, insbesondere der für den musculus ciliaris bestimmten, angesehen werden müsse, ist schon lange bekannt, und so konnte der Nachweis von Eigennerven der Faserhaut nicht da schon als geliefert erachtet werden, wenn es gelang, feinere Stämmchen und mehrfache Verzweigungen dunkelrandiger Fasern in ihrem Gewebe aufzufinden, sondern vielmehr erst dann, wenn die Untersuchung ein Aufhören der Faserelemente in irgend einem der gegenwärtig bekannten Endorgane der Nerven, sei es in einer blassen Faser, einem Endkolben oder dergleichen zu constatiren vermochte.

Bochdalecks bereits im Jahre 1849 in der Prager Vierteljahrsschrift für praktische Heilkunde (6. Jahrgang pag. 119) erschienene Abhandlung über die Nerven der Sclerotica enthält zwar eine Beschreibung über ein reiches Geflecht der in das Gewebe der Faserhaut eintretenden Nerven und über vielfache Theilungen der Stämme innerhalb derselben, allein auch seine mikroskopische Abbildung beschränkt sich darauf, das Abbrechen der feinsten Zweige doppeltcontourirter Fasern zu zeigen und ebenso erwähnt er ausdrücklich; dass die grösseren, mit einem ungemeinen Aufwand von Mühe und Geduld von ihm mit Messer und Pincette isolirten Stämmchen nach einem kürzeren oder längeren Verlaufe im Gewebe, in sehr schiefer Richtung die innerste Schicht der Faserhaut durchbohrend, schliesslich an deren innere Fläche träten und dort ein mit der Loupe deutlich sichtbares Geflecht bildeten, aus welchem eine grössere Anzahl von Stämmen in der Richtung gegen das ligamentum ciliare hervorgehe, eine geringere Summe von Fäden aber in die Substanz der Aderhaut sich einsenke. Bezüglich der mikroskopischen Untersuchung dieser Verhältnisse hebt *Bochdaleck* vor Allem die Hindernisse hervor, die sich ihm theils in dem vielfach in das Gewebe eingesprengten Pigment, theils in der Anordnung des ersteren und in der lockeren Verbindung der einzelnen Fasern der Nervenzweige darboten. Um der Pigmentirung auszuweichen, wählte *Bochdaleck* zur Untersuchung die Sclera albinotischer Kaninchen und Mäuse, die er in käuflichem Essig macerirte und deren Gewebe er auf diese Weise mit Ausnahme der Nerven vollkommen durchsichtig erhielt; dass er dabei trotzdem nur bis zu den Endigungen der doppeltcontourirten Fasern vordrang, ist bereits oben erwähnt worden.

Nach dem Vorgange *Bochdalek's* wurden diese Verhältnisse untersucht von *Kölliker*, *Luschka* und *Arnold;* die genannten Forscher konnten sich jedoch nicht davon überzeugen, dass die von *Bochdaleck* beschriebenen Nerven etwas anderes als lediglich durchlaufende Stämme seien, die ihre eigentliche Endigung in dem musculus ciliaris fänden.

Bekanntlich ist die Faserhaut des Auges anzusehen als eine Ausstülpung der dura meninx und in letzterer sind von verschiedenen Histologen, wie *Arnold*, *Luschka*, *Purkinje* eine Anzahl von Nerven nachgewiesen, die allerdings ihrer Verlaufsrichtung im Allgemeinen nach mehr für die Hirngefässe, die Schädelknochen und die grossen Blutleiter bestimmt zu sein scheinen *(Kölliker)*, von denen jedoch die eigentlichen Enden durchaus unbekannt sind. Vielleicht dürften sie, theilweise wenigstens, eine andere Bestimmung haben und auf diese Weise eine Analogie zu den bezüglich der Eigennerven der Sclerotica von mir ermittelten Verhältnissen darbieten. —

Meine ersten Versuche stellte ich an der Sclera des Frosches an und beobachtete dabei folgende Präparationsmethode: Nachdem ich mit einem Rasirmesser die Hornhaut abgetragen und hierauf die Contenta des Bulbus möglichst vollständig mit wenigen Griffen der Pincette entleert hatte, enucleirte ich das Auge und trug sodann die Muskelstümpfe und das retrobulbäre Fett ab. Die Behandlung von Seite der Goldlösung war ganz dieselbe wie bei der Conjunctiva und wandte ich nur, in Anbetracht der Dicke des Präparates den Zeitraum von $1^1/_2$ Stunden behufs einer durchgängigen Einwirkung an. Nach der Abspülung in destillirtem Wasser wurden die noch vorhandenen Reste von Fett, Muskel- und Sehnengewebe sorgfältig entfernt, die Sclerakapsel durch mehrere radiäre Schnitte gespalten und das Präparat nun, zur flächenhaften Ausbreitung möglichst geeignet, in das directe Sonnenlicht gebracht. Als ich nach mehreren Stunden das erste Object, welches kaum einen zarten Rosaton um die Eintrittsstelle des Sehnerven angenommen hatte, sonst aber graugelb erschien, unter die Loupe brachte, nahm ich, ausgehend von dieser Stelle fünf bis sechs gröbere, schön gefärbte Nervenstämme wahr, die nach einer zwei- bis dreimaligen Theilung circa in der Aequatorgegend des Bulbus aufhörten. Ich brachte das Präparat, das ich ununterbrochen im Wasser gehalten hatte, wieder zurück an das Licht und fand nun nach circa 24 Stunden an demselben eine mehr weniger gleichmässige, schwach violette Farbe, und bei der Betrachtung mit stärkerer mikroskopischer Vergrösserung eine so zierliche

und reiche Nervenausbreitung, dass ich wahrhaft davon überrascht war. Die an dem vorhergehenden Tage circa am Aequator bulbi abgebrochenen Stämmchen waren durch eine äusserst saubere Goldreduction weithinaus in dem nur wenig gefärbten Grundgewebe fortgesetzt, gaben dabei vielfache Zweige ab und schliesslich sah man unter und zwischen diesen grösseren und gröberen Verästelungen eine ausserordentlich reiche Zahl von langgestreckten, sich in engen und weiten Maschen durchflechtenden blassen Fasern, die sich selbst wieder ausserordentlich häufig theilten. Nach rückwärts verfolgt liess sich allenthalben ihr Zusammenhang mit den doppeltcontourirten Fasern nachweisen. Die Ausbreitung der gröberen, durchgehends aus doppeltcontourirten Fasern bestehenden Stämme liess sich ungefähr bis zur Mitte des von dem Aequator bulbi und der Insertionsebene der geraden Augenmuskeln begrenzten Gebietes und darüber hinaus verfolgen; ebenso wie in der mittleren und hinteren Partie der ganzen Flächenansicht zeigte sich hier vorne die reiche Verflechtung und Verästelung der Achsencylinder. Um die Eintrittsstelle des Sehnerven herum präsentirte sich ein kreisförmig gewundenes Geflecht von 5—6 Nervenstämmen, aus welchem die ganze, eben geschilderte Ausbreitung hervorging; dasselbe lag in dem lockeren subscleralen Gewebe und unter der Loupe liess sich mit Hülfe von Nadeln leicht die Stelle, wo die Stämme zu ihrer Ausstrahlung in das eigentliche Faserhautgewebe eintraten, nachweisen.

Ich fertigte nun zuerst von einem Theile des Präparates feine Längsschnitte und beobachtete an denselben folgendes Verhalten: Sich eng anschliessend an eine nach Innen gelegene, leicht rosafarbene Knorpellage mit ausserordentlich klar und schön gezeichneten Zellen zeigte sich die Bindegewebsschicht in einer mehr schwarzgrünen Farbe, aus festgeschlossenen, parallelen und darauf senkrecht stehenden Faserzügen aufgebaut, an die sich nach Aussen mit vollkommen scharfer Gränze die umspinnende, lockere, bindegewebige Hülle ansetzte. Die Bindegewebs- und Knorpelschicht, an den durch die ganze Länge des Präparates geführten Schnitten betrachtet, zeigte sich an verschiedenen Stellen verschieden dick. Die

Knorpelschicht war am hinteren Pol des Augapfels am stärksten und nahm nach Vorne ziemlich rasch ab, um kurz vor der Insertionsebene der geraden Muskeln mit einem abgerundeten Rande zu enden; die Bindegewebslage zeigte bezüglich ihrer an den verschiedenen Stellen verschiedenen Dimension ein gerade umgekehrtes Verhalten. An dem knorpeligen Theile fand sich dabei ein durchaus gleichartiges Gefüge, nirgends eine Unterbrechung oder eine Durchtrittsstelle für Gefässe und Nerven, während in dem bindegewebigen Stratum diese letzteren mit der gleichen Sauberkeit und Eleganz wie an den Flächenansichten sich präsentirten. An den hinteren Partieen der Längsschnitte sah man die gröberen Stämme und doppeltcontourirten Fasern und gegen Vorne, bis zum Aufhören der Knorpellage nnd *darüber hinaus*, die feinen, leicht blauviolett gefärbten Achsencylinder, oft in weiter Ausdehnung entweder gerade oder leicht geschlängelt verlaufen. Sie zeigten stellenweise eine leichte varicöse Anschwellung und hinsichtlich ihrer Verlaufsrichtung war zu bemerken, dass sie allmälig zu der Grenzlinie der Bindegewebs- und Knorpellage hinstrebten.

Um nun mit Hülfe von starken Vergrösserungen auch die Flächenpräparate untersuchen zu können, entfernte ich mit ausgiebigen, flachen Messerzügen die Knorpelschicht, so jedoch, dass eine dünne Restlage derselben zum Zwecke der Orientirung und vor Allem aus dem Grunde erhalten blieb, um vollkommene Sicherheit darüber zu haben, dass von dem Bindegewebsstratum nichts hinweggenommen worden sei. An den so hergestellten Objecten nahm ich nun folgendes Verhalten wahr: Die gröberen Nervenstämme, allenthalben aus etwas distanten doppeltcontourirten Fasern bestehend, zeigten nach mehrmaliger Theilung und bei einem sie allmälig nach vorne führenden Verlaufe überall den entschiedensten Zusammenhang mit den vorhin schon erwähnten langgestreckten Achsencylindern, in welche sie in der Weise übergingen, dass die letzten aus zwei doppeltcontourirten Fasern bestehenden Stämmchen an der Stelle der Theilung das Mark verloren. Dieses Abbrechen der Markscheide konnte allenthalben mit aller nur wünschenswerthen Sicherheit nachgewiesen werden und

ebenso auch der allmälig gegen die Gränzebene der Bindegewebs- und Knorpelschicht hinstrebende Verlauf der blassen Fasern durch die Verschiedenheit der Einstellung. Durch fortwährende Theilung erfuhren die Achsencylinder eine rasche Zunahme ihrer Zahl, ganz in demselben Verhältniss, wie es bei der Beschreibung des subepithelialen Plexus der Conjunctiva dargelegt wurde. Die Fasern wurden immer feiner und feiner und schliesslich hörten sie nach langem Verlaufe mit unendlich geringem Durchmesser in der Substanz des Faserhautgewebes, sehr nahe der Knorpellage auf. Auf ihrem Wege sich vielfach durchkreuzend, aber nirgends mit einander verschmelzend, bildeten sie also ein eigentliches Geflecht; ihr Ende markirte sich nicht durch eine Durchmesserzunahme, sondern vielmehr durch eine Abnahme desselben, indem sie einfach spitz zuliefen. Während ihres ganzen Verlaufes zeigten sie sich vielfach in Berührung mit den zahllosen, in die Faserzüge eingestreuten Bindegewebskörperchen, aber nirgends war, trotz der genauesten Untersuchung, ein Zusammenhang dieser Endigungen mit den Ausläufern derselben zu constatiren. Zu Fig. VIII, welche in der That ein treues Abbild der hier geschilderten Verhältnisse sowohl bezüglich des Verhaltens der gröberen Stämme, wie jenes der Achsencylinder genannt werden kann, möchte ich nur bemerken, dass die beiden in dem gezeichneten Gesichtsfelde endigenden Fibrillen einen ausnahmsweise sehr kurzen Verlauf haben.

Wie es mir nun geglückt war, sogleich an der Hand der ersten Präparate einen so vollkommenen Aufschluss über die Innervationsverhältnisse der Froschsclera zu erhalten, so zeigte sich an einer ganzen Reihe weiterer Versuche wieder die Launenhaftigkeit und Unzuverlässigkeit der Goldmethode. Trotz aller Sorgfalt und Vorsicht gelang es mir unter circa 30 Fällen kaum ein oder das andere Mal, von den Nerven der Sclera desselben Thieres dieselben schönen Goldbilder zu erhalten. Entweder kam gar keine Nervenfärbung zu Stande, was gewöhnlich der Fall war, wenn wenige Stunden nach der Einwirkung des Lichtes das ganze Präparat gleichmässig violett wurde oder es zeigten sich in den meisten Fällen nur die groben Stämme des hintersten Theiles vergoldet.

Wie für die Nerven der Conjunctiva zeigte sich auch für die der Sclera die $^1/_2$procentige Chlorgoldlösung am geeignetsten und die mehrere Tage hindurch stattfindende Einwirkung des directen, kräftigsten Sonnenlichtes ebenso unerlässlich für das Zustandekommen einer schönen Vergoldung, wie eine minutiöse Reinigung der Aussenfläche des Präparates von Fett, Muskel- und Bindegewebe, da sonst durch die zuerst eintretende Färbung dieser obenauf liegenden Theile die Reduction in den tieferen Schichten verhindert wurde. Ebenso nöthig war das mehrmalige Einschneiden der Faserhautkapsel vom Hornhautrande her, um eine ordentliche Ausbreitung des Präparates bewerkstelligen zu können, sowie das Obenauflegen der Bindegewebsschicht bei Einwirkung des Lichtes.

Was die gesammte Ausdehnung des geschilderten Nervennetzes betrifft, so findet man die Enden der am weitesten nach vorne verlaufenden Achsencylinder in geringer Entfernung vom Cornealrande, aber immer lassen sich die ersteren in dem Gewebe der Sclera selbst nachweisen; ebenso leicht gelingt diess in den hinteren und mittleren Partieen, die von meist schräg und quer verlaufenden Fibrillen versorgt werden, so dass also von Fasern, die hier nur auf ihrem Wege zu anderen Theilen des Auges, der Cornea, Conjunctiva, Iris, dem Musculus Ciliaris, der Chorioidea etc. angetroffen würden, nicht im Entferntesten die Rede sein kann, wovon ich mich bezüglich der ersten drei Gebilde direct an Flächenpräparaten, bezüglich der übrigen aber auch noch dadurch überzeugen konnte, dass ich an einer ausserordentlich grossen Zahl von Längsschnitten nirgends eine in die Knorpelschicht eindringende Nervenfaser aufzufinden vermochte. Es dürfte indessen schon der erste Blick auf das ganze Bild der Nervenausbreitung die Vermuthung, als handle es sich hier nur um durchtretende Fasern, zurückweisen, indem die Art und Weise der Vertheilung, wobei in den hinteren und mittleren Partieen die groben Stämme, durchflochten von schräg und querlaufenden Achsencylindern, sich finden, in den vorderen aber nur blasse Fasern, eine ganz und gar nur den Eigennerven eines Organtheiles zukommende ist.

Mein weiteres Streben ging nun zunächst dahin, dem Ursprunge der in die Sclera eintretenden Stämme nachzuforschen. Da meine

ersten desfallsigen Versuche mich von der Unbrauchbarkeit der Goldmethode überzeugten, so wendete ich die Ueberosmiumsäure an. Nach Abtragung der Hornhaut und vollständiger Entleerung des Bulbus schnitt ich ringsum den Bindehautsack ein und entfernte sodann mit einer starken, spitzen Scheere das obere Dach der Augenhöhle und einen Theil der oberen Schädelwand, wonach sich mit leichter Mühe die entsprechenden Gehirntheile mit dem nervus opticus und dem Chiasma auffinden liessen. Den hinteren Trennungsschnitt führte ich hart vor der Sehnervenkreuzung aus, löste sodann den n. opticus von der Schädelbasis und dem Boden der Augenhöhle mit Pincette und Scheere ab, und brachte das Ganze in eine $1^1/_2$procentige Ueberosmiumsäurelösung, worin ich es 24 Stunden und darnach die gleiche Zeit in destillirtem Wasser beliess. Die weitere, eine ausserordentliche Zeit und Geduld in Anspruch nehmende Präparation geschah unter der Loupe. Trotz mehrmaliger Wiederholung des ganzen Versuches gelang mir indessen nur der Nachweis, dass in dem äusseren Theile der mit dem nervus opticus nach Vorne laufenden Bindegewebsscheide 4—5 entsprechende Stämmchen sich finden, die in der unmittelbaren Umgebung des Sehnerveneintrittes die früher beschriebene kreisförmige Durchschlingung bilden und hierauf in das eigentliche Scleralgewebe eindringen, woselbst sie bis zu den ersten Theilungen verfolgt werden können. Dass es sich hier um die bereits an den Goldpräparaten beschriebenen Stammtheile der Eigennerven für die Sclera handelt, kann somit nicht dem geringsten Zweifel unterliegen. Den eigentlichen Ursprung derselben, nach hinten zu verfolgt, konnte ich jedoch nicht entdecken und so will ich nur anführen, dass die besagten Nervenstämmchen ihren der Achse des nervus opticus parallelen Lauf weit hinten beginnen und also in sehr geringer Entfernung von den Centraltheilen schon selbstständig vorhanden sind. — Zur Aufhellung der in Wasser gefertigten Präparate verwendete ich das Glycerin.

Nachdem ich bei der Sclera des Frosches zu den eben mitgetheilten Resultaten gekommen war, dehnte ich meine Untersuchung auch auf die der Vögel und jener kleinen Säuger aus, deren Faser-

haut mir zart und durchsichtig genug schien, um die Goldmethode überhaupt auf sie anwendbar zu finden.

Bei der Taube und beim Huhn fand ich, dass in sehr kurzer Zeit die Sclera eine tiefe, wunderschöne Purpurfarbe annahm, in ihrem Gewebe jedoch keine Spur von Nerven, die man als analog der beim Frosch beschriebenen Ausbreitung hätte ansehen können, zeigte. Nur von der Insertionsebene der geraden Augenmuskeln beginnend, wurden im ganzen Umfang der Faserkapsel nach Vorne verlaufende Stämmchen sichtbar, die aber wegen des Mangels jeder Theilung, sowie wegen ihres ganzen Verhaltens lediglich als Passanten, welche zu dem Musculus ciliaris, der Iris, Cornea etc. hinstrebten, betrachtet werden mussten. Ein gleiches Schicksal hatte ich bei der Sclera der Maus und der Ratte, bei welchen Thieren noch ausserdem durch die vielfachen innigen Verbindungen zwischen Leder- und Aderhaut die geeignete Herstellung des Präparates sehr erschwert wurde. Auch hier indessen traten die vorderen Ausbreitungen der Ciliarnerven mit aller Deutlichkeit hervor. Beim Versuche mit der Sclera des Kaninchens wählte ich stets ein junges, albinotisches Thier, und hier nun fand ich, ganz entsprechend dem Verhalten der in die Froschsclera eintretenden Nerven eine *erste* Ausbreitung vollkommen derselben Art, und eine einmalige Theilung der Stämme, die aber dann kurz abbrachen. Das ganze Bild dieser Ausbreitung war jedoch so typisch und übereinstimmend mit dem oben beim Frosch beschriebenen, dass ich keinen Anstand nehme, letztere entschieden als aus den Eigennerven der Faserhaut bestehend anzusprechen, wie ich es ebenso wenig bezweifle, dass bei demselben Thiere die conjunctivalen Nerven dicht unter dem Epithel enden, obwohl mir ihre Vergoldung nur bis zu den stärkeren Achsencylindern gelang. Ausserdem aber liegt mit dem Nachweise einer so reichen Nervenausbreitung in der Faserhaut des Frosches die Berechtigung gewiss nahe genug, das Vorhandensein einer solchen *in allgemeiner Weise* mehr als wahrscheinlich zu finden. Ueber ihre physiologische Function *die* Erklärung zu geben, dass sie zur Perception des intraocularen Druckes bestimmt sein dürfte, will ich mir natürlich

nur mit dem Vorbehalte einer etwaigen blossen Vermuthung gestatten.

Schliesslich erfülle ich die angenehme Pflicht, meinem Freunde, Herrn Prosector Dr. *Hasse*, der mich zur Aufnahme der vorliegenden Untersuchung anregte und bei deren Ausführung vielfach mit Rath und That unterstützte, meinen herzlichsten Dank auszusprechen. —

Während die hier vorliegende Arbeit sich unter der Presse befand, erschien in dem letzten (2. Hft. des 48. Bds.) Hefte des Virchow'schen Archivs die Abhandlung von Dr. *H. Lipmann* in Berlin „über die Endigungen der Nerven im eigentlichen Gewebe und im hinteren Epithel der Hornhaut des Frosches“, zu meinem Bedauern zu spät, um auf ihren Inhalt, namentlich in dem ersten Theile meiner Untersuchung eingehen zu können.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. I. Stellt die Vertheilung der gröberen Nerven in der Bindehaut des Huhnes dar. Vergr. $\frac{2}{1}$ linear. Ueberosmiumsäurepräparat. Der in toto herauspräparirte Conjunctivalsaek ist an der äusseren Commissur c e durchschnitten und, naeh Entfernung der membrana nictitans, mit der Rückseite naeh oben, fläehenhaft ausgebreitet. C i markirt die innere Commissur; die beiden oberen dunkeln Felder, in denen die Linien c p auslaufen, entspreehen der eonjunctiva palpebrarum, e b bezeiehnet die eonjunctiva bulbi und n n die beiden Hauptnervenstämme, die natürlich in situ, wo sie zu dem Uebergangstheile der Bindehaut, f e, nahezu reehtwinklig hinstreben, gedaeht werden müssen. Die Betraehtung der aus den Stämmen n n hervorgehenden Nervenausbreitung ergibt, dass weitaus der grösste Theil der für die Conjunctiva bestimmten Fasern am medialen Winkel des Bindehautsackes c i eintritt und ebenso veranschaulicht sie die Differenz in dem Nervengehalt des viseeralen und parietalen Blattes der Conjunctiva. Die Blutgefässe wurden aus dem Präparat zu dieser Figur, wie aueh aus dem zur folgenden Fig. II sämmtlieh entfernt.

Fig. II. Die obere Hälfte des Bindehautsaekes, wie oben bei I. ausgebreitet, vom Frosche. Vergr. $\frac{8}{1}$ linear. Ueberosmiumsäurepräparat. C i bezeichnet wieder die commissura interna, an der sich eine reiche plexusartige Verbindung der zutretenden Nerven n n findet, e b die eonj. bulbi, e p die conj. palpebr. und f e den fornix conjunctivae. Die Zeichnung demonstrirt einmal die schon bei Fig. I bemerkten Verhältnisse bezüglieh des Nerveneintrittes und der Nervenvertheilung und veransehaulieht dann weiter die auf dem fornix selbst rittlings stattfindende Verzweigung der Nerven wie bei o. Das obere Feld enthält das durehscheinende Pigment der Oberhaut.

Fig. III. Ein Stück von der eonjunctiva bulbi des Froseh es, Vergrösserung $\frac{65}{1}$. Goldpräparat. Das Epithel ist allenthalben, mit Ausnahme einer Stelle am oberen Rande, die mit e e bezeiehnet ist, abgestreift und soll die Abbildung das Verhalten der obersten markhaltigen Fasern darlegen.

Mit r v sind die Blutgefässe bezeiehnet, mit n n ein noeh aus mehreren markhaltigen Fasern bestehendes Nervenstämmchen, das sich trichotomisch in seine letzten markhaltigen Fibrillen theilt; die mit n markirten Fasern sind

gleichfalls dunkelrandig und durch ihren geraden und nahezu parallelen Verlauf ausgezeichnet, e a dagegen ist eine jener blassen Fibrillen, die als solche mit den groben Gefäss- und Nervenstämmen zur Conjunctiva gelangt und schliesslich in das subepitheliale Netz blasser Fasern übergeht. Ihr oberes Ende liegt in verschiedenen Ebenen, was hier ausdrücklich bemerkt wird.

Fig. 4. Subepitheliales Nervengeflecht aus der Conjunctiva der Taube. Vergr. $\frac{450}{1}$. Goldpräparat.

Das Epithel ist entfernt. R v c bezeichnet das Capillargefässnetz, n (oben und unten in der Abbildung) zwei noch markhaltige Fasern, während die übrigen mit e a bezeichneten den blassen Fibrillen entsprechen.

Fig. V. Ein Schrägschnitt durch die Conjunctiva der Ratte. Vergr. $\frac{450}{1}$. Goldpräparat. n n ist ein aus mehreren dunkeln Fasern bestehendes Stämmchen, aus dem bei m, mit plötzlichem Aufhören der Markscheide, eine blasse Fibrille e a nach oben aufsteigt, um, unter dem Epithele, das schräg durchschnitten ist, angelangt, transversal weiter zu verlaufen.

Fig. VI. Präparat von der Conjunctiva des Frosches. Vergr. $\frac{650}{1}$. Goldpräparat. Stellt eine blasse, unmittelbar unter dem Epithel e verlaufende Faser e a mit ihrer knopfförmigen Endigung bei f dar. Das höher gelegene Epithel präsentirt sich nur undeutlich. In der Zeichnung ist die knopfförmige Anschwellung der Endigung durch ein Versehen nicht dargestellt.

Fig. VII. Ungefähr der 7. Theil der Froschsclera mit den darin verlaufenden Nerven. Vergr. ca. $\frac{50}{1}$. Goldpräparat. Bei o Eintrittsstelle des Sehnerven; n n sind die in die Faserschicht der Sclera eintretenden gröberen Nervenstämmchen. Nach rechts (vorne) ist das Präparat in der Insertionsebene der geraden Augenmuskeln abgeschnitten.

Fig. VIII. Flächenansicht der Verzweigung und Endigung der scleralen Nerven beim Frosche. Vergr. $\frac{450}{1}$. Goldpräparat.

n n sind die groben, aus markhaltigen Fasern bestehenden Nervenstämme, m bezeichnet den Uebergang der markhaltigen Fasern in die Achsencylinder e a, deren Ende mit f markirt ist.

Fig. IX. Ein Längsschnitt durch die Froschsclera. Vergr. $\frac{300}{1}$. Goldpräparat.

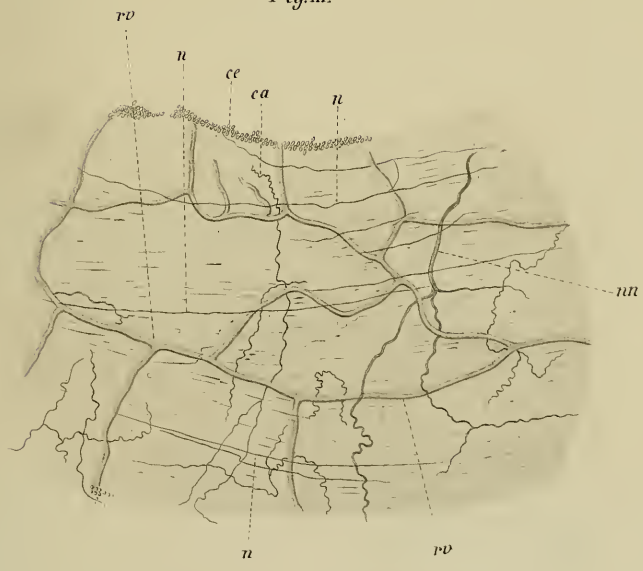
p i bezeichnet die innere (Knorpel-)Lage, p e die äusserere (Faser-)Lage der Sclera, in welcher letzteren sich die Faserzüge theils auf dem Längs-, theils auf dem Querschnitte präsentiren. n n ist ein Stamm markhaltiger Fasern, e a sind Achsencylinder mit einem deutlich gegen die innere Gränzebene der bindegewebigen Lage p i gerichteten Verlaufe.

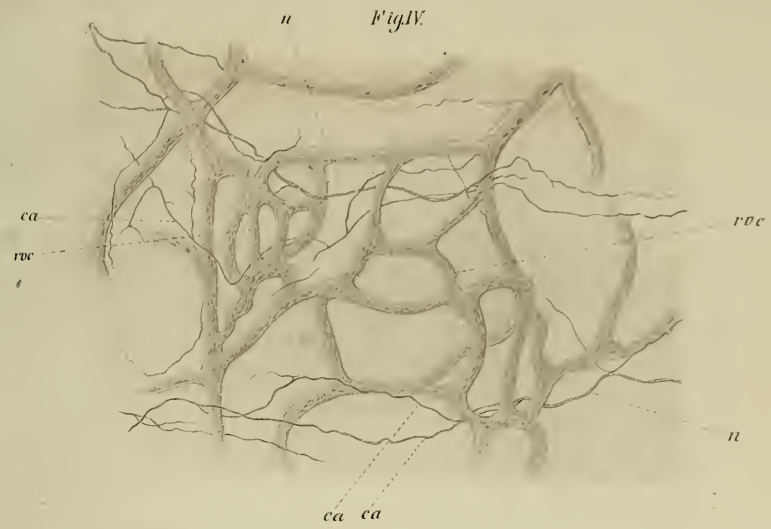
F. E. Thein'sche Buchdruckerei in Würzburg.

Fig.I.

Fig.II.

Fig.III.




n
Fig.IV.
ca
rvc
e
rvc
n
ca
ca

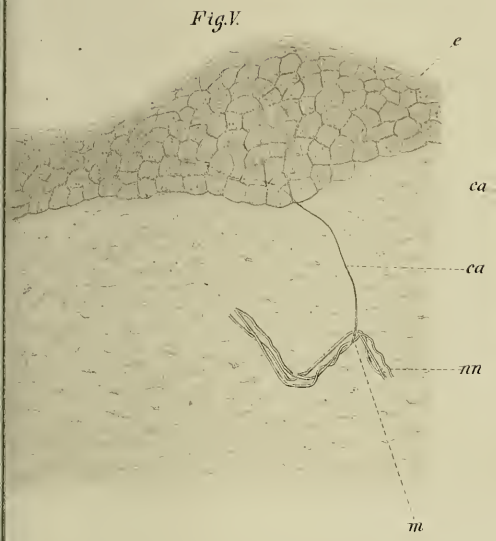


Fig.V.
e
ca
nn
m

Fig.VI.
ca
e
f

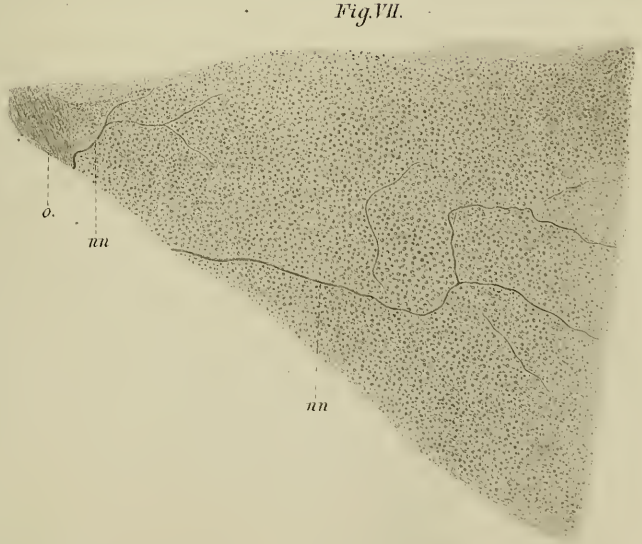


Fig.VII.
o.
nn
nn

Fig VIII.

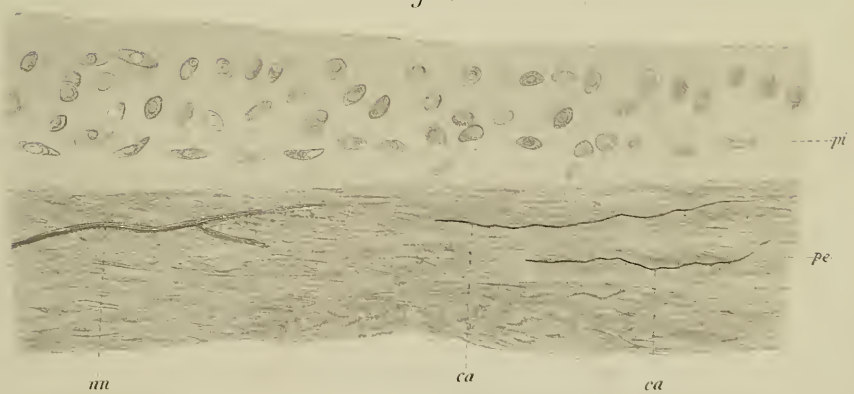



Fig. IX.